

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-269739

(P2006-269739A)

(43) 公開日 平成18年10月5日(2006.10.5)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 G 9/058 (2006.01)	HO 1 G 9/00 3 O 1 A	5 E O 8 2
HO 1 G 13/00 (2006.01)	HO 1 G 13/00 3 8 1	
HO 1 G 9/00 (2006.01)	HO 1 G 9/24 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2005-85648 (P2005-85648)
 (22) 出願日 平成17年3月24日 (2005.3.24)

(71) 出願人 000003908
 日産ディーゼル工業株式会社
 埼玉県上尾市大字巻丁目1番地
 (74) 代理人 100075513
 弁理士 後藤 政喜
 (74) 代理人 100084537
 弁理士 松田 嘉夫
 (72) 発明者 小野 英雄
 埼玉県上尾市大字巻丁目1番地 日産ディーゼル工業株式会社内
 (72) 発明者 堀江 正久
 埼玉県上尾市大字巻丁目1番地 日産ディーゼル工業株式会社内

最終頁に続く

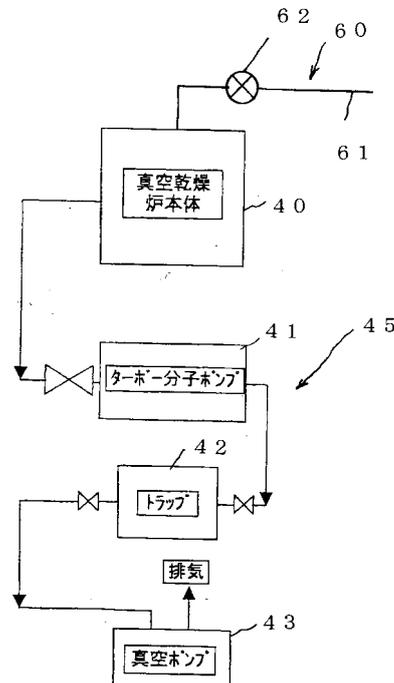
(54) 【発明の名称】 電気二重層キャパシタの製造方法およびその製造装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 分極性電極の主原料として用いられる炭素質材料の特性を十分に引き出しえる、電気二重層キャパシタの製造方法およびその製造装置を提供する。

【解決手段】 正極体および負極体は炭素質材料を主原料に形成され、積層体に組む前の正極体および負極体から水分など不純物を除去するための手法において、炉内を真空度 10^{-5} Pa以下に減圧する手段45、炉内を温度200 以上に加熱する手段、炉内に常圧の低露点の不活性ガスを充填する手段60、を設ける。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

炭素質材料を主原料に分極性電極を形成すると共に集電体をこの炭素電極に取り付けることにより正極体および負極体を作成する工程、正極体と負極体とセパレータとから所定の積層体を組成する工程、正極体および負極体のリード部としてこれらの同極どうしの結束部に 1 対の端子を接合する工程と、積層体を 1 対の端子の一部が突き出る状態に収めて注入した電解質溶液に含浸させる工程、炭素電極の電界賦活を行うべく 1 対の端子の間に電圧を印加する工程、を順次に処理することを特徴とする電気二重層キャパシタの製造方法において、積層体に構成する前の正極体および負極体を真空乾燥炉に搬入して真空度 10^{-5} Pa 以下の減圧状態で温度 200 以上に加熱する工程、を備えることを特徴とする電気二重層キャパシタの製造方法。 10

【請求項 2】

請求項 1 に係る電気二重層キャパシタの製造方法において、正極体および負極体を真空乾燥炉に搬入して真空度 10^{-5} Pa 以下の減圧状態で温度 200 以上に加熱する工程は、真空乾燥の処理が終わると正極体および負極体の搬出前に常圧の低露点の不活性ガスを真空乾燥炉の内部に充填する工程、を含むことを特徴とする電気二重層キャパシタの製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 に係る電気二重層キャパシタの製造方法に用いられる電気二重層キャパシタの製造装置において、真空乾燥炉は、炉内を真空度 10^{-5} Pa 以下に減圧する手段、炉内を温度 200 以上に加熱する手段、を備えることを特徴とする電気二重層キャパシタの製造装置。 20

【請求項 4】

請求項 3 に係る電気二重層キャパシタの製造装置において、真空乾燥炉は、炉内に常圧の低露点の不活性ガスを充填する手段、を備えることを特徴とする電気二重層キャパシタの製造装置。

【請求項 5】

請求項 4 に係る電気二重層キャパシタの製造装置において、炉内に常圧の低露点の不活性ガスを充填する手段は、真空乾燥炉と内部が常圧の低露点の不活性雰囲気維持されるグローブボックスとの間を接続する通路、この通路を開閉するバルブ、を備えることを特徴とする電気二重層キャパシタの製造装置。 30

【請求項 6】

請求項 5 に係る電気二重層キャパシタの製造装置において、真空乾燥炉は、グローブボックスのパスボックスに密封可能な開閉扉を介して接続されることを特徴とする電気二重層キャパシタの製造装置。

【請求項 7】

請求項 5 に係る電気二重層キャパシタの製造装置において、真空乾燥炉は、グローブボックスのパスボックスを利用してその内部に構成されることを特徴とする電気二重層キャパシタの製造装置。

【請求項 8】

請求項 3 に係る電気二重層キャパシタの製造装置において、炉内を真空度 10^{-5} Pa 以下に減圧する手段は、ターボ分子ポンプ、を備えることを特徴とする電気二重層キャパシタの製造装置。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電気二重層キャパシタの製造方法およびこの製造方法に用いられる電気二重層キャパシタの製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、各種の蓄電素子として、高速充放電、充放電深度、充放電サイクル特性に優れる電気二重層キャパシタの適用技術が注目される。電気二重層キャパシタは、正極体と負極体とこれらの間に介装するセパレータとから組成される積層体と、積層体を電解質溶液と共に密封する容器と、容器の外部に配置される1対の端子と、からなり、1対の端子が正極体および負極体の同極どうしの結束部に接続される。

【0003】

容器は、金属箔の中間層を含む積層構造の樹脂フィルムから形成される（特許文献1、特許文献2、参照）。分極性電極の主原料としては、多孔質の活性炭に代えて非多孔性炭素を用いることも知られている（非特許文献1）。

【0004】

非多孔性炭素は、易黒鉛化炭を乾留およびアルカリ賦活して得られるものであり、比表面積が $100\text{ m}^2/\text{g}$ 以下と、殆ど外比表面積だけと見させる程小さく、炭素組織の層間距離が $0.36\sim 0.37\text{ nm}$ の黒鉛様炭素である。このような非多孔性炭素を主原料に形成される分極性電極を用いる電気二重層キャパシタについては、充電により、初めて静電容量を発生する。充電前は、各種電解質イオン、溶媒、 N_2 ガスなどを取り込める程度の細孔がない非多孔性炭素にも拘わらず、充電により、静電容量が発生するのは、炭素組織の層間への溶媒を伴った電解質イオンのインターカレーション（溶媒共挿入：solvent co-intercalation）によるものと推定されるのである。

【特許文献1】特開2002-299168

【特許文献2】特開2003-124078

【非特許文献1】『高エネルギー密度の電気二重層キャパシタ』（応用物理 第37巻 第8号（2004） 所載）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

この発明は、このような従来技術を踏まえつつ、分極性電極の主原料として用いられる炭素質材料の特性を十分に引き出しえる、電気二重層キャパシタの製造方法およびその製造装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

第1の発明は、炭素質材料を主原料に分極性電極を形成すると共に集電体をこの炭素電極に取り付けることにより正極体および負極体を作成する工程、正極体と負極体とセパレータとから所定の積層体を組成する工程、正極体および負極体のリード部としてこれらの同極どうしの結束部に1対の端子を接合する工程と、積層体を1対の端子の一部が突き出る状態に収めて注入した電解質溶液に含浸させる工程、炭素電極の電界賦活を行うべく1対の端子の間に電圧を印加する工程、を順次に処理することを特徴とする電気二重層キャパシタの製造方法において、積層体に構成する前の正極体および負極体を真空乾燥炉に搬入して真空度 10^{-5} Pa 以下の減圧状態で温度 200 以上に加熱する工程、を備えることを特徴とする。

【0007】

第2の発明は、第1の発明に係る電気二重層キャパシタの製造方法において、正極体および負極体を真空乾燥炉に搬入して真空度 10^{-5} Pa 以下の減圧状態で温度 200 以上に加熱する工程は、真空乾燥の処理が終わると正極体および負極体の搬出前に常圧の低露点の不活性ガスを真空乾燥炉の内部に充填する工程、を含むことを特徴とする。

【0008】

第3の発明は、第1の発明に係る電気二重層キャパシタの製造方法に用いられる電気二重層キャパシタの製造装置において、真空乾燥炉は、炉内を真空度 10^{-5} Pa 以下に減圧する手段、炉内を温度 200 以上に加熱する手段、を備えることを特徴とする。

【0009】

第4の発明は、第3の発明に係る電気二重層キャパシタの製造装置において、真空乾燥

10

20

30

40

50

炉は、炉内に常圧の低露点の不活性ガスを充填する手段、を備えることを特徴とする。

【0010】

第5の発明は、第4の発明に係る電気二重層キャパシタの製造装置において、炉内に常圧の低露点の不活性ガスを充填する手段は、真空乾燥炉と内部が常圧の低露点の不活性雰囲気に維持されるグローブボックスとの間を接続する通路、この通路を開閉するバルブ、を備えることを特徴とする。

【0011】

第6の発明は、第5の発明に係る電気二重層キャパシタの製造装置において、真空乾燥炉は、グローブボックスのパスボックスに密封可能な開閉扉を介して接続されることを特徴とする電気二重層キャパシタ。

10

【0012】

第7の発明は、第5の発明に係る電気二重層キャパシタの製造装置において、真空乾燥炉は、グローブボックスのパスボックスを利用してその内部に構成されることを特徴とする。

【0013】

第8の発明は、第3の発明に係る電気二重層キャパシタの製造装置において、炉内を真空度 10^{-5} Pa以下に減圧する手段は、ターボ分子ポンプ、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

第1の発明においては、真空度 10^{-5} Pa以下の減圧状態で温度200以上に加熱する工程により、正極体および負極体から水分など不純物を十分に除去することができる。その結果、電界賦活の工程において、不純物に因る分解生成物の発生も少なくなり、電界賦活により炭素質材料の特性を最大限に引き出せるようになる。つまり、高性能の電気二重層キャパシタを製造することが可能となる。分極性電極を形成する炭素質材料としては、非多孔質炭素または多孔質の活性炭を用いることが考えられる。

20

【0015】

第2の発明においては、低露点（例えば、露点温度が-90）の不活性ガスを充填することにより、炉内が常圧に戻されるので、正極体および負極体の十分な乾燥状態を維持しつつ、これらを次の工程へ搬出することが可能となる。

【0016】

第3の発明においては、真空乾燥炉により、真空度 10^{-5} Pa以下の減圧状態において、温度200以上に加熱することが可能となり、正極体および負極体から水分など不純物を十分に除去することができる。

30

【0017】

第4の発明においては、真空乾燥（真空度 10^{-5} Pa以下の減圧状態において、温度200以上に加熱する処理）が終わると、低露点（例えば、露点温度が-90）の不活性ガスを充填することにより、炉内が常圧に戻されるので、正極体および負極体の十分な乾燥状態を維持しつつ、これらを搬出することが可能となる。

【0018】

第5の発明においては、バルブの開閉により、グローブボックスから常圧の低露点の不活性ガスを炉内に充填可能のため、真空乾燥炉に不活性ガスを供給する専用の設備を備える必要がなくなる。

40

【0019】

第6の発明においては、真空乾燥の処理後、正極体および負極体は、外気に触れることなく、真空乾燥炉からパスボックスを通してグローブボックスに移せるのである。

【0020】

第7の発明においては、真空乾燥（真空度 10^{-5} Pa以下の減圧状態において、温度200以上に加熱する処理）は、パスボックスの内部で行えるため、専用の真空乾燥炉が不要となる。

【0021】

50

第8の発明においては、ターボ分子ポンプにより、炉内を真空度 10^{-5} Pa以下に減圧可能となる。ターボ分子ポンプは、動作圧力に制限があり、補助ポンプが用いられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

図1は、電気二重層キャパシタの製造過程において、電界賦活などを処理するための装置10を説明するものである。槽11は、各工程の処理手段と共にグローブボックスの内部に設置される。グローブボックスの内部は、常圧の低露点（例えば、露点温度が -90 ）の不活性雰囲気（管理（維持）される。

【0023】

図1において、21は積層体22を収容する容器であり、金属箔の中間層を含む積層構造の樹脂フィルム（ラミネートフィルム）から形成される。積層体22は、正極体および負極体とこれらの中に介装するセパレータとから組成される。正極体および負極体は、分極性電極と集電体とから構成される。分極性電極は、非多孔性炭素（炭素質材料）を主原料に形成される。集電体は、高純度のアルミ箔から形成され、分極性電極（炭素電極）に取り付けられる。セパレータは、圧縮状態で $100\mu\text{m}$ のガラス繊維から作られ、電解質溶液の保持体（retainer）機能を与えるべく、分極性電極と同等以上の厚みに設定される。分極性電極の集電体は、同極どうしが結束され、各結束部に極性の対応する端子24が接合される。1対の端子24は、高純度のアルミ板から形成される。

10

【0024】

容器21を所定状態に収蔵する槽11は、真空ポンプに接続される配管用の開口部12と、槽11の内部をグローブボックスに開放する通路13およびこれを開閉するバルブ13aと、を備える。バルブ13aおよび蓋14を閉じると、槽11の内部は、高度な密閉状態に保持される。15は充放電装置に接続されるコネクタであり、槽11の内部において、容器21の開口から突き出る1対の端子24は、コネクタ15から延びる配線（コード）の開口部を介して分離可能に接続される。25は容器21を所定状態に保持する治具であり、プレート26に締付ボルト27が進退可能に螺合され、締付ボルト27上をスライド可能に支持されるプレート28、29が設けられる。プレート28、29間にスプリング30が介装され、締付ボルト27を初期位置からネジ込むと、プレート28、29間のスプリング30が圧縮され、プレート26、29間の容器21に加わる押圧力（面圧）を高めるようになっている。図示しないが、槽11は、電解質溶液を容器21に注入するための設備と、容器21内の余分な電解質溶液を回収するための設備と、を備える。

20

30

【0025】

電解質溶液については、イミダゾリウム系などのカチオンと各種アニオンからなるイオン性液体グループの中から選定する。イオン性液体は、比較的に新規な開発物質であり、それ自体で電解質と溶媒の性格を併せ持つ。

【0026】

電気二重層キャパシタは、(1)非多孔性炭素を主原料に分極性電極を形成すると共に集電体をこの炭素電極に取り付けることにより正極体および負極体を作成する工程、(2)正極体および負極体を真空乾燥炉に入れて真空度 10^{-5} Pa以下の減圧状態で温度 200 以上に加熱する工程、(3)正極体と負極体とセパレータとから積層体22を組成する工程、(4)正極体および負極体のリード部としてこれらの同極どうしの結束部に1対の端子24を接合する工程と、(5)積層体22を1対の端子24の一部が突き出る状態に収めて注入した電解質溶液に含浸させる工程、(6)容器の密封前に炭素電極を電界賦活するべく1対の端子24の間に電圧を印加する工程、を経て製造される。

40

【0027】

(1)において、非多孔性炭素は、比表面積が $100\text{m}^2/\text{g}$ 以下かつ炭素組織の層間距離が $0.36\sim 0.37\text{nm}$ の黒鉛様炭素であり、易黒鉛化コークスあるいはピッチ（前駆体）を $300\sim 400$ で乾留した後、この原料炭に苛性アルカリ（例えば、 KOH ）を混合して不活性雰囲気中で $650\sim 850$ に加熱する処理（アルカリ賦活）から得られる。乾留を経ない場合、多孔質の活性炭が生成される。

50

【0028】

非多孔性炭素は、通常の手法で洗浄、粉碎などの処理を施した後、導電材（例えば、カーボンブラック）および結着材（例えば、ポリテトラフルオロエチレン）を加えて混練してシート状の分極性電極に形成され、この炭素電極に集電体を取り付けることにより、正極体および負極体が作成されるのである。

【0029】

(2)において、正極体および負極体は、真空乾燥炉に入れ、真空度 10^{-5} Pa以下の減圧状態において、温度200以上に加熱する。極度の減圧状態を確保するため、ターボ分子ポンプが使用される。この処理（真空乾燥）が終わると、正極体および負極体を真空乾燥炉から搬出する前に炉内を常圧に戻すべく低露点（例えば、露点温度が-90）の不活性ガスを充填するのである。ガラス繊維のセパレータについても、真空乾燥炉に正極体および負極体と一緒に入れ、真空度 10^{-5} Pa以下の減圧状態において、温度200以上に加熱する。

10

【0030】

(3)において、正極体と負極体とこれらの間に介装されるセパレータとから積層体22が組成される。組成後の積層体22は、以降の工程において、ばらけることがないように、帯を巻いて結束する。(4)において、積層体22の各集電体は、同極どうしが結束され、各結束部に極性の対応する端子24を溶接する。

【0031】

(5)において、積層体22は、容器21に1対の端子24の一部（先端側）が開口から突き出る状態に収め、図1の槽11に収蔵される。密閉した槽11の内部を10Pa以下に減圧し、10Pa以下の減圧状態を保持しつつ、所定時間が経過すると、低露点（例えば、露点温度が-90）の不活性ガスを充填して槽11の内部を常圧に戻すのであり、常圧状態を保持しつつ、電解質溶液を容器21に注入する。注入後は、槽11の内部を10Pa以下の減圧状態に保持する処理と、低露点の不活性ガスの充填によって常圧状態に保持する処理と、を交互に繰り返すのである。これにより、炭素電極（分極性電極）およびセパレータに電解質溶液が十分に浸透するようになり、含浸時間も短縮される。

20

【0032】

(6)において、1次電界賦活および2次電界賦活が処理される。1次電界賦活は、積層体22を収めた開口状態の容器21を槽11に入れ、密閉した槽11の内部を10Pa以下の減圧状態に保持しつつ行われる充放電サイクルであり、電流密度が所定値（例えば、 1 mA/cm^2 ）未満の定電流充電により、長時間かけて電圧を徐々に高め、予め定めた印加可能な最大電圧（例えば、 $3\text{ V} \sim 5\text{ V}$ ）に達したら、その電圧を保持しつつ、所定時間が経過すると、定電流放電により、電圧を0Vまで低下させる。2次電界賦活は、密閉した槽11の内部を常圧の低露点（例えば、露点温度が-90）の不活性雰囲気中に保持しつつ行われる充電サイクルと、10Pa以下の減圧状態（不活性雰囲気）に保持しつつ行われる充放電サイクルと、を交互に所定回数（例えば、2~15回）行う処理であり、各充放電サイクルにおいて、電流密度が所定値（例えば、 1 mA/cm^2 ）以上の定電流充電により、電圧を短時間に高め、予め定めた印加可能な最大電圧（例えば、 $3\text{ V} \sim 5\text{ V}$ ）に達したら、その電圧を保持しつつ、所定時間が経過すると、定電流放電により、電圧を0Vまで低下させる。

30

40

【0033】

2次電界賦活の、密閉した槽11の内部を常圧の低露点の不活性雰囲気中に保持しつつ行われる、最後の充放電サイクルにおいては、予め定めた印加可能な最大電圧を一定時間保持した後、槽11の蓋14を開いた状態において、治具25（図1、参照）の締付ボルト27を初期位置から所定量だけネジ込むことにより、スプリング30のパネ力を高めて容器21内の余分な電解質溶液を回収する処理が行われる。その後、電圧0の放電状態において、容器21の開口を密封するのである。

【0034】

非多孔性炭素は、比表面積が $100\text{ m}^2/\text{g}$ 以下かつ炭素組織の層間距離が $0.36 \sim$

50

0.37 nmの黒鉛様炭素であり、充電前は、電解質イオン、溶媒、N₂ガスなどを取り込める程度の細孔がないが、充電により、印加電圧がしきい値を超えると、炭素組織への溶媒を伴った電解質イオンの侵入（インターカレーション）により、層間に電気二重層が形成され、初めて静電容量が発生する。溶媒は、電解質イオンの出し入れを媒介する。インターカレーションにより、層間距離が拡大するため、炭素電極の体積が膨張する。この膨張は、印加電圧に応じて増減するのである。

【0035】

1次電界賦活は、長時間充電によるので、インターカレーションを効率よく炭素組織の層間に浸透させることができる。充電に伴って気体状の分解生成物が発生しても、10 Pa以下の減圧環境下において、気体状の分解生成物の溶解度も低下するため、電解質溶液から気体状の分解生成物を速やかに放出させることができる。2次電界賦活においては、各サイクルが比較的短時間の充電となるが、これを繰り返すことにより、炭素電極（分極性電極）の膨張の増減が安定するのである。電解質イオンの出し入れを媒介する溶媒により、炭素組織の奥部に吸着する気体状の分解生成物も効率よく持ち出され、充電に伴う気体状の分解生成物の除去が促進される。10 Pa以下の減圧環境下において、気体状の分解生成物は、電解質溶液から速やかに放出される。不活性雰囲気常圧環境下においては、電解質イオンの出し入れを媒介する溶媒の浸透が促進される。

10

【0036】

このような(1)~(6)の工程を経る製造方法においては、(2)の工程により、水分など不純物が十分に除去されるため、(6)の工程における、不純物に因る分解生成物の発生も少なくなり、電界賦活により、非多孔性炭素の特性を最大限に引き出せるのである。つまり、高性能の電気二重層キャパシタを製造することができる。

20

【0037】

図2は、(2)の工程に用いる真空乾燥炉を説明する構成図であり、40は炉本体であり、炉内を真空度 10^{-5} Pa以下に減圧（真空引き）する手段45、炉内を温度200以上に加熱する手段（図示せず）、炉内に常圧の低露点の不活性ガスを充填する手段60、を備える。

【0038】

41は羽根を高速回転させて気体分子を弾き飛ばすことにより排気するターボ分子ポンプであり、42はトラップであり、43はロータリポンプ（真空ポンプ）であり、これらを直列に接続する回路により、炉内を真空度 10^{-5} Pa以下に減圧（真空引き）する手段45が構成される。ターボ分子ポンプ41は、動作圧力に制限があるため、補助ポンプとしてロータリポンプ43が備えられるのである。

30

【0039】

炉内を真空度 10^{-5} Pa以下に減圧するとき、ロータリポンプ43のみを先に運転する。炉内が所定の真空度に達したら、さらに目標の真空度（ 10^{-5} Pa以下）に減圧するべく、ロータリポンプ43を運転状態に維持しつつ、ターボ分子ポンプ41の運転を開始するのである。

【0040】

61は炉本体40とグローブボックス（図3、参照）との間を接続する通路であり、61は通路61を開閉するバルブであり、これらにより、炉内に常圧の低露点の不活性ガスを充填する手段60が構成される。図3において、50は装置10（図1、参照）を含む各工程の処理手段を収装するグローブボックス、51はパスボックスであり、炉本体40は、グローブボックス50の外部に配置され、パスボックス51に搬出用の開閉扉を介して接続される。

40

【0041】

52はグローブボックス50の内部に対するパスボックス51の開閉扉であり、53は作業用のグローブの取付部（グローブボックス50の外壁に手の差込口を開口する）であり、54は作動用の窓部であり、グローブボックス50の外部から、これらを使って各工程に必要な作業や操作が行えるようになっている。グローブおよび窓部54は、必要な数

50

だけグローブボックス 50 に配置される。

【0042】

(2)の工程においては、炉内に積層体 22 の組成材料（正極体、負極体、ガラス繊維のセパレータ）を搬入用の開閉扉から収める。炉本体 40 の密閉状態において、ロータリポンプ 43 およびターボ分子ポンプ 41 により、炉内を真空度 10^{-5} Pa以下に減圧する。そして、真空度 10^{-5} Pa以下の減圧状態において、炉内を温度 200 以上に加熱するのである。この処理が終了すると、通路 61 のバルブ 62 を開いてグローブボックス 50 から炉内に常圧の低露点の不活性ガスを充填する。その後、パスボックス 51 の開閉扉 52 および炉本体 40 の搬出用の開閉扉を開いて組成材料をパスボックス 51 に移してグローブボックス 50 の内部へ搬入するのである。

10

【0043】

このような真空乾燥炉によると、真空度 10^{-5} Pa以下の減圧状態において、温度 200 以上の加熱が可能となり、組成材料から水分など不純物を十分に除去することができる。この処理（真空乾燥）後、低露点の不活性ガスにより、炉内が常圧に戻されるので、組成材料の十分な乾燥状態を維持しつつ、これらを搬出することが可能となる。その際、炉本体 40 がパスボックス 51 に搬出用の開閉扉を介して接続するため、組成材料は、外気に触れることなく、炉内からパスボックス 51 を通してグローブボックス 50 へ搬入することができる。炉内への充填用の不活性ガスについては、グローブボックス 50 から通路 61 およびバルブ 62 を介して供給するようにしたので、真空乾燥炉に不活性ガスを供給する専用の設備を備える必要がなくなるのである。

20

【0044】

図 4 は、(2)の工程に用いる別の真空乾燥炉を説明する構成図であり、40A は炉本体であり、炉内を真空度 10^{-5} Pa以下に減圧（真空引き）する手段 45A、炉内を温度 200 以上に加熱する手段（図示せず）、炉内に常圧の低露点の不活性ガスを充填する手段 60A、を備える。炉本体 40A は、グローブボックスの外部に配置するのではなく、パスボックスを利用してその内部に構成される。

【0045】

41 は羽根を高速回転させて気体分子を弾き飛ばすことにより排気するターボ分子ポンプであり、42 はトラップであり、43 はロータリポンプ（真空ポンプ）であり、これらを直列に接続する回路により、炉内を真空度 10^{-5} Pa以下に減圧（真空引き）する手段 45A が構成される。この回路 45A に 3 方向切換弁 46 が介装される。3 方向切換弁 46 は、ポート (a)-(b)間を連通するポジションと、ポート (a)-(c)間を連通するポジションとの 2 位置に切り替え可能なものである。

30

【0046】

炉内を真空度 10^{-5} Pa以下に減圧するとき、3 方向切換弁 46 のポート (a)-(b)間を連通させる。この状態において、図 2 の真空乾燥炉と同様にロータリポンプ 43 のみを先に運転する。炉内が所定の真空度に達したら、さらに目標の真空度（ 10^{-5} Pa以下）に減圧するべく、ロータリポンプ 43 を運転状態に維持しつつ、ターボ分子ポンプ 41 の運転を開始させるのである。3 方向切換弁 46 のポート (a)-(c)間を連通させると、ターボ分子ポンプ 41 を経由する回路 45A から経由しない回路 47 に切り替わるため、ロータリポンプ 43 の運転のみに基づいて、炉内を所定の真空度に減圧することもできる。これにより、真空乾燥炉において、正極体および負極体のように 10^{-5} Pa以下の真空度を要する処理と、端子 24（図 1、参照）のようにそれほどの真空度を要さない処理と、の両方に対応可能となる。61A はパスボックス（炉本体 40A）とグローブボックスとの間を接続する通路であり、62A は通路を開閉するバルブであり、これらにより、炉内に常圧の低露点の不活性ガスを充填する手段 60A が構成される。

40

【0047】

(2)の工程においては、炉内に積層体 22 の組成材料（正極体、負極体、ガラス繊維のセパレータ）を搬入用の開閉扉から収める。パスボックス 40A の密閉状態において、ロータリポンプ 43 およびターボ分子ポンプ 41 により、炉内を真空度 10^{-5} Pa以下に減圧

50

する。そして、真空度 10^{-5} Pa以下の減圧状態において、炉内を温度 200 以上に加熱するのである。この処理が終了すると、通路 61 A のバルブ 62 A を開いてグローブボックスから炉内に常圧の低露点の不活性ガスを充填する。その後、パスボックス 40 A の開閉扉を開いて組成材料をグローブボックスの内部へ搬入するのである（図 3、参照）。

【0048】

このような真空乾燥炉によると、真空乾燥（真空度 10^{-5} Pa以下の減圧状態において、温度 200 以上に加熱する処理）は、パスボックス 40 A の内部で行えるため、専用の真空乾燥炉が不要となり、設備費を大きく低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図 1】この発明の実施形態に係る装置（槽）の説明図である。

【図 2】同じく真空乾燥炉の説明図である。

【図 3】同じくグローブボックスを説明する断面図である。

【図 4】別の実施形態に係る真空乾燥炉の説明図である。

【符号の説明】

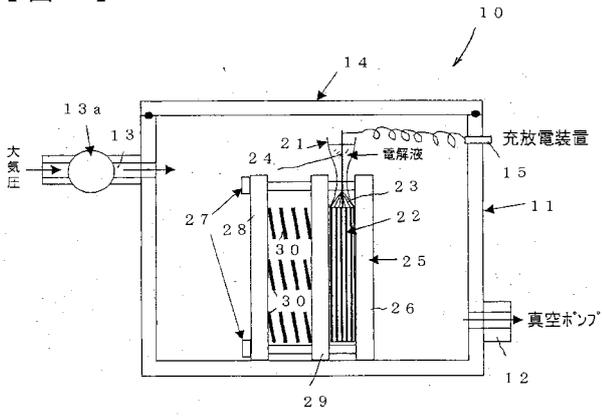
【0050】

- 21 電気二重層キャパシタの容器
- 22 積層体
- 24 端子
- 40, 40 A 炉本体
- 41 ターボ分子ポンプ
- 42 トラップ
- 43 ロータリポンプ（真空ポンプ）
- 45, 45 A 減圧（真空引き）手段
- 60, 60 A 不活性ガスの充填手段
- 61, 61 A 通路
- 62, 62 A バルブ

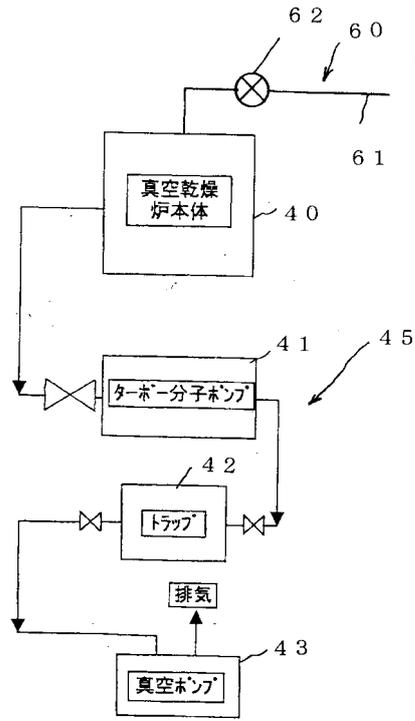
10

20

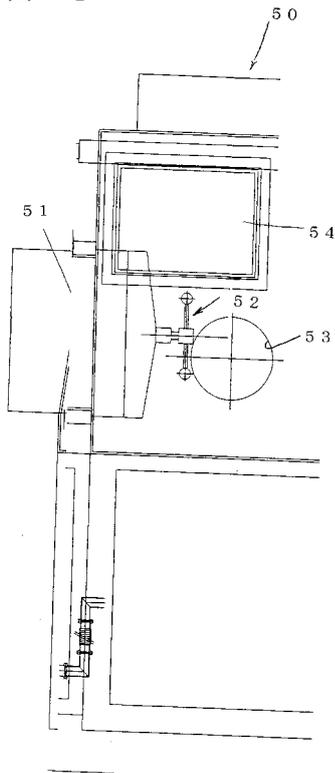
【図1】



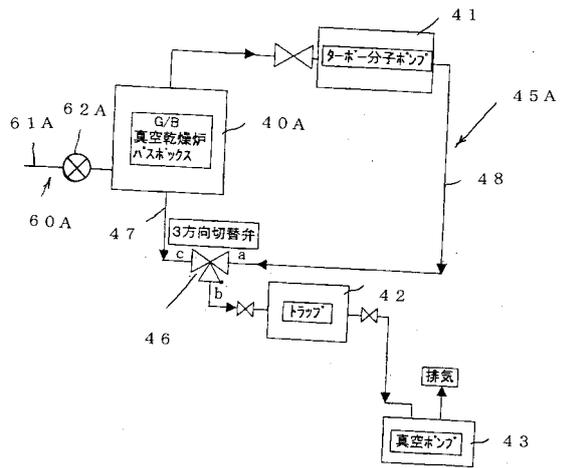
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 荒木 修一

埼玉県上尾市大字壱丁目 1 番地 日産ディーゼル工業株式会社内

Fターム(参考) 5E082 AB10 LL40 MM23 MM24 PP06 PP07